

PENGARUH PENAMBAHAN FIXONITE DAN SUHU PEMADATAN TERHADAP UNJUK KERJA CAMPURAN BETON ASPAL

I Wayan Diana

Dosen Jurusan Teknik Sipil FT Unila
Jalan Sumantri Brojonegoro No. 1
Bandar Lampung 35145
Telepon/Faximili (0721) 788217/ 704947

Abstrak

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan aditif Fixonite pada aspal Pen. 60/70 dan suhu pemadatan terhadap unjuk kerja campuran beton aspal. Evaluasi laboratorium yang dilakukan meliputi uji properties aspal modifikasi dan agregat, uji stabilitas Marshall standar dan rendaman, serta uji stabilitas dinamis dengan alat Wheel Tracking Machine. Kadar Fixonite yang ditambahkan ke aspal bervariasi, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat aspal. Sedangkan variasi suhu pemadatan adalah 90°C, 110°C, dan 130°C, dengan 2 x 75 tumbukan Marshall dan 15 passing untuk benda uji Wheel Tracking dengan tekanan $6,6 \pm 0,15 \text{ kg/cm}^2$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aditif Fixonite dapat memperbaiki properties aspal dan unjuk kerja campuran beton aspal tipe. Pada kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,70% diperoleh stabilitas Marshall berturut-turut sebesar 1352 kg, 1614,6 kg, 1726 kg, dan 2110,8 kg untuk kadar Fixonite 0%, 5%, 10%, dan 15%. Renang kepadatan beton aspal yang dihasilkan adalah 2,313 gram/cm³ hingga 2,329 gram/cm³, dengan nilai VIM bervariasi antara 3,063% hingga 4,503%, dan VMA antara 15,905% hingga 16,471%. Indeks kekuatan sisa benda uji bernilai antara 84,80% hingga 86,46%, di mana nilai-nilai ini lebih besar daripada 75%, yang berarti benda-benda uji memenuhi spesifikasi Bina Marga. Suhu pemadatan yang direkomendasikan, agar tercapai nilai VIM antara 3% hingga 5%, adalah 110°C hingga 130°C, dengan kadar Fixonite antara 5% hingga 15%. Hasil uji stabilitas dinamis menunjukkan bahwa penambahan Fixonite dapat meningkatkan nilai stabilitas dinamis dan menurunkan laju deformasi.

Kata-kata kunci: Aditif Fixonite, suhu pemadatan, stabilitas Marshall, dan stabilitas dinamis.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur dewasa ini telah dapat memberikan pelayanan dalam mendukung pengembangan ekonomi. Walaupun demikian masih dijumpai berbagai produk konstruksi yang kualitasnya kurang memadai, sehingga terjadi kerusakan sebelum umur pelayanan dicapai. Faktor penyebab kerusakan konstruksi sangat kompleks identifikasinya, karena melibatkan banyak faktor. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat bermula dari perencanaan, pemilihan jenis perkerasan, perancangan campuran, pemilihan bahan, pemilihan jenis peralatan yang digunakan, kondisi lingkungan, mutu pelaksanaan, kondisi lalu-lintas, dan berbagai kombinasi faktor-faktor tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada telah diupayakan berbagai cara. Di antaranya adalah dengan mengubah gradasi campuran beton aspal (laston) mengikuti model campuran Superpave dan tetap menggunakan spesifikasi aspal yang titik lembeknya 48°C. Metode lainnya adalah dengan meningkatkan titik lembek aspal menjadi minimal 55°C atau menggunakan aspal yang lebih keras, misalnya menggunakan Aspal Pen 50/60 untuk menggantikan aspal Pen 60/70.

Pada penelitian ini dipelajari upaya peningkatan kualitas bahan, khususnya aspal, dengan menggunakan bahan aditif Fixonite. Penggunaan bahan aditif tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan titik lembek aspal, agar dapat memperbaiki unjuk kerja campuran beton aspal yang menggunakan aspal tersebut. Di samping itu juga dipelajari pengaruh suhu pemadatan, yang juga merupakan faktor penting dalam pelaksanaan di lapangan, agar beton aspal memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (a) Mengevaluasi perubahan karakteristik aspal akibat penambahan aditif Fixonite dengan kadar 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat aspal;
- (b) Mengevaluasi indeks kekuatan sisa unjuk kerja laston tipe 2, dengan melakukan uji Marshall dan uji Wheel Tracking;
- (c) Mengevaluasi unjuk kerja laston tipe 2 terhadap deformasi plastis dengan alat uji Wheel Tracking;
- (d) Mengevaluasi pengaruh suhu pemadatan terhadap deformasi plastis dan stabilitas dinamis campuran beton aspal yang menggunakan agregat dengan gradasi tipe II menurut Bina Marga.

Penelitian ini bermanfaat dalam mengembangkan kualitas suatu aspal agar lebih tahan terhadap sinar ultra violet, dengan meningkatkan titik lembek aspal tersebut. Dengan menggunakan aspal dengan kualitas yang lebih tinggi, diharapkan perkerasan jalan dapat berfungsi sesuai dengan masa layan yang direncanakan. Di samping itu juga dapat direkomendasikan suhu pemadatan yang ideal di lapangan, agar beton aspal memenuhi spesifikasi teknis setelah dihampar dan dipadatkan di lapangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Parameter Aspal

Aspal minyak merupakan bahan pengikat yang digunakan untuk membuat campuran beton aspal. Untuk dapat digunakan sebagai bahan pengikat tersebut, aspal minyak harus memenuhi spesifikasi yang ada, yang diperoleh melalui serangkaian pengujian. Pengujian yang umum dilakukan terhadap aspal minyak adalah sebagai berikut:

- (1) Penetrasi
- (2) Titik lembek
- (3) Titik nyala dan titik bakar
- (4) Daktilitas
- (5) Kelarutan dalam TCE atau CCl_4
- (6) Thin Film Oven Test (TFOT)
- (7) Kehilangan berat

Indeks Penetrasi dan Indeks Kekuatan Sisa

Indeks Penetrasi (IP) menarik perhatian para pakar karena terdapat korelasi yang nyata baik, dari percobaan laboratorium maupun pengalaman lapangan, antara IP dengan deformasi plastis. Indeks penetrasi positif menyatakan sifat kepekaan temperatur (temperature susceptibility)

yang lebih baik, dan berkorelasi positif terhadap kemampuan lapisan beraspal dalam menahan kecenderungan untuk retak maupun mengalami deformasi plastis. Nilai IP dapat dihitung dengan persamaan Pfeiffer dan Van Doormaal, berdasarkan hubungan antara dua rentang suhu nilai penetrasi, yaitu:

$$IP = 20 (1 - 25A) / (1 + 50A) \quad (1)$$

dengan:

$$A = (\log \text{Pen. } T_2 - \log \text{Pen. } T_1) / (T_2 - T_1)$$

Nilai IP aspal umumnya berada pada rentang -5 hingga + 10 (Shell, 1990). Sedangkan untuk aspal yang telah dimodifikasi nilai IP dapat lebih besar, bergantung pada jenis aditif yang dipakai.

Indeks Kekuatan Sisa (IKS) merupakan suatu indeks yang diperoleh dari percobaan terhadap campuran beraspal. IKS dihitung berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap benda-benda uji yang telah dipersiapkan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$IKS = S_2/S_1 \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

S1 = stabilitas Marshall standar

S2 = stabilitas Marshall rendaman

Nilai IKS minimum yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah 75% (Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

Aditif Fixonite

Fixonite adalah suatu bahan aditif yang dapat digunakan untuk menghasilkan suatu aspal modifikasi. Fixonite ini dicampurkan pada aspal dengan takaran tertentu dengan maksud untuk meningkatkan viskositas aspal yang akan dipergunakan untuk membuat campuran beton aspal. Bahan utama Fixonite berasal dari bahan dasar minyak bumi yang berbentuk serbuk berwarna hitam, dengan kelarutan dalam trichloroethylene sebesar 94,7%, serta mempunyai berat jenis sebesar 1,08 gram/cm³ (Puslitbang Jalan, 1999).

Aspal Modifikasi

Terdapat beberapa jenis aspal modifikasi yang telah digunakan untuk membuat campuran beton aspal di Indonesia. Beberapa contoh aspal modifikasi tersebut adalah: (a) High Bonding Asphalt 50 (HBA 50), (b) Aspal Prima, dan (c) Aspal Retona.

High Bonding Asphalt 50 (HBA 50) merupakan suatu jenis aspal modifikasi yang diproduksi oleh PT Olah Bumi Mandiri, Jakarta. Jenis aspal modifikasi ini dibuat dari aspal keras Pen. 60/70 yang dicampur dengan karet alam berupa lateks dengan bahan penstabil zat kimia agar lateks tercampur secara homogen. Tipe HBA 50 telah digunakan sebagai uji coba lapangan, di jalan Tol Tangerang-Jakarta dan di Sirkuit Sentul sebagai bahan pengikat untuk perkerasan porus. Walaupun demikian, penggunaan aspal modifikasi ini untuk menghasilkan perkerasan porus belum memberikan unjuk kerja yang memuaskan. HBA 50 ini memiliki penetrasi 56,2, titik lembek 52,5°C, densitas 1,03, dan indeks penetrasi 0,135 (Soehartono, 2002).

Aspal Prima 50/60 adalah aspal multigrade hasil kerjasama pengembangan antara Pertamina dengan PT Mitra Olah Mandiri. Aspal Prima mempunyai indeks penetrasi positif, serta titik lembek dan modulus elastisitas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan aspal penetrasi 60/70. Dengan sifat yang lebih unggul tersebut, Aspal Prima diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk konstruksi perkerasan jalan dengan Muatan Sumbu Terberat sebesar 10 ton, jalan tol, dan landasan pacu lapangan terbang. Nilai-nilai karakteristik utama aspal prima adalah penetrasi 50-70, titik lembek 54°C-57°C, densitas 1,034, dan indeks penetrasi positif (Lisminto, 2003).

Retona merupakan nama produk aspal alam ekstraksi dari aspal Buton, yang diproses dengan menggunakan teknologi yang ekonomis, yang dikembangkan oleh divisi Riset dan Pengembangan PT Olah Bumi Mandiri. Bahan modifier alami aspal Retona tersusun atas 55%-60% aspal alam dan bahan pengisi (filler) alami 40%-45%. Aspal alami tersusun dari bahan asphaltene dengan proporsi yang tinggi dan lebih sedikit senyawa maltene dibandingkan dengan aspal minyak konvensional. Kadar bahan stabilizer senyawa resin polaromatik dengan struktur aromatic dan naftenik dapat meningkatkan pengaruh stabilisasi bahan pengikat aspal pada campuran beton aspal panas.

Bahan modifier alami Retona dicampurkan ke aspal konvensional untuk memperbaiki mutu aspal, serta meningkatkan kestabilan, ketahanan fatigue, dan retak akibat temperatur pada perkerasan. Retona B6060 mempunyai karakteristik umum penetrasi 40-50, titik lembek 56°C, dan densitas 1,132 (PT Olah Bumi Mandiri, 2003).

Gradasi Agregat Tipe II untuk Laston

Campuran laston yang dipelajari pada studi ini menggunakan agregat bergradasi menerus, sehingga campuran mempunyai lebih sedikit rongga dibandingkan dengan campuran yang menggunakan agregat bergradasi senjang. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi tipe II menurut spesifikasi Bina Marga. Persyaratan gradasi dan spesifikasi beton aspal menurut Bina Marga disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Gradasi Agregat Tipe II dan Spesifikasi Beton Aspal

Ukuran Saringan (mm)	19,10	12,70	9,52	4,76	2,38	0,59	0,279	0,149	0,074
% Lolos	100	75-100	60-85	35-55	20-35	10-22	6-16	4-12	2-8
Rongga dlm campuran (VIM):	3% - 5%				Kelelehan:		2 – 4 mm		
Rongga dlm Agregat (VMA):	Maksimum 14%				Marshall Quotient (MQ):		200 – 350 kg/mm		
Stabilitas:	Minimum 800 kg				Indeks perendaman:		Minimum 75%		

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1987

Penggunaan gradasi menerus menyebabkan campuran laston lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran. Kepekaan ini dapat dikurangi dengan menggeser sebagian gradasi menjauh ke atas atau sebagian gradasi berada di bawah kurva Fuller. Di atas kurva Fuller campuran

cenderung lebih halus dan lebih mudah dipadatkan, tetapi ketahanan terhadap deformasi menjadi lebih rendah. Di bawah kurva Fuller campuran cenderung sulit dipadatkan, tekstur lebih kasar, tetapi campuran lebih tahan terhadap deformasi.

Uji Wheel Tracking

Uji Wheel Tracking dimaksudkan untuk mengevaluasi tahanan konsolidasi dan kelelahan campuran beraspal. Nilai stabilitas dinamis umumnya disyaratkan sebesar 2500 lintasan/mm dengan deformasi plastis maksimum 20 mm.

Formula yang dipakai untuk menghitung stabilitas dinamis (DS) dan kecepatan melemah (RD) sebagai berikut:

$$DS \text{ (lintasan/mm)} = 42 \times (t_2 - t_1)/(d_2 - d_1) \quad (3)$$

$$RD \text{ (mm/menit)} = (d_2 - d_1)/(t_2 - t_1) \quad (4)$$

dengan:

d1 = nilai deformasi pada menit ke 45 (t1)

d2 = nilai deformasi pada menit ke 60 (t2).

METODE PENELITIAN

Material dan Peralatan

Agregat yang digunakan untuk membuat campuran laston pada penelitian ini adalah batu pecah produksi Tanjungan Lampung Selatan, pasir dari Gunung Sugih Lampung Tengah, dan bahan pengisi (filler) abu batu. Aspal yang dipakai adalah aspal penetrasi 60/70 produksi Shell, dan aditif yang digunakan untuk menghasilkan aspal modifikasi adalah Fixonite produksi PT Olah Bumi Mandiri, Jakarta. Kadar Fixonite ditentukan sebesar 0%, 5% , 10%, dan 15% terhadap berat aspal.

Peralatan yang dipakai adalah alat uji standar untuk mengetahui karakteristik agregat dan aspal, serta alat uji Marshall untuk menentukan karakteristik standar campuran laston. Di samping itu, untuk menguji ketahanan deformasi dan kecepatan melemah laston dipergunakan alat Wheel Tracking Machine.

Prosedur Penelitian

Pada tahap awal dilakukan pengujian terhadap material pembentuk campuran beton aspal, seperti agregat kasar, agregat halus, serta aspal. Selanjutnya dibuat aspal modifikasi dengan penambahan aditif Fixonite, dengan kadar 5%, 10%, dan 15% terhadap berat aspal, serta dilakukan pengujian terhadap aspal modifikasi tersebut.

Penentuan kadar aspal optimum (KAO) laston dilakukan dengan menggunakan prosedur Marshall, berdasarkan parameter campuran (VIM, VMA, dan Density) dan parameter Marshall (stabilitas, kelelahan, dan MQ). Pada KAO diadakan pengujian indeks kekuatan sisa setelah perendaman dan uji ketahanan terhadap deformasi plastis dengan menggunakan alat Wheel Tracking Machine pada kondisi normal. Pembuatan benda uji menggunakan tiga variasi suhu pemadatan, yaitu 90° C, 110° C, dan 130° C. Benda-benda uji untuk pengujian Wheel Tracking

berukuran 30 cm x 30 cm x 5 cm, yang dipadatkan dengan Wheel Tracking Compactor dengan jumlah lintasan sebanyak 15 lintasan dan tekanan $6,6 \pm 0,15 \text{ kg/cm}^2$, supaya tercapai derajat kepadatan $100\% \pm 1\%$ terhadap kepadatan Marshall.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Material dan Penentuan Kadar Aspal Optimum

Hasil pengujian terhadap agregat kasar menunjukkan bahwa agregat kasar mempunyai berat jenis sebesar 2,694. Agregat halus memiliki berat jenis sebesar 2,744, serta pasir kasar dan abu batu berturut-turut memiliki berat jenis sebesar 2,695 dan 2,702. Penyerapan agregat lebih kecil dari batas maksimum yang disyaratkan, yaitu 3%. Hasil uji abrasi terhadap agregat kasar memberikan nilai 21,4%, yang berarti lebih kecil daripada nilai yang disyaratkan (40%). Hasil ini menunjukkan bahwa agregat kasar, agregat halus, pasir, serta abu batu yang digunakan memenuhi syarat Bina Marga untuk material campuran beton aspal.

Pembuatan aspal modifikasi dilakukan dengan menambahkan aspal secara bertahap. Berat aspal yang ditambahkan sesuai dengan berat Fixonite dan diaduk dengan mixer. Setelah Fixonite mencair, ditambahkan lagi aspal dan seterusnya diaduk sampai merata. Karakteristik aspal dengan berbagai variasi kadar Fixonite disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik Aspal Modifikasi dengan Variasi Kadar Fixonite

Karakteristik Aspal Modifikasi	<i>Kadar Fixonite</i>			
	0%	5%	10%	15%
Penetrasi (0,1 mm), 25°C	64	53	51	43
Penetrasi (0,1 mm), 35°C	131	91	84	70
Titik lembek (°C)	50	64	70	74
Suhu pencampuran (°C)	156	160	167	175
Suhu pemadatan (°C)	118	120	128	135
Berat jenis (gr/cm^3)	1,034	1,036	1,039	1,041
Slope (A), 25°-35°C	0,031	0,023	0,022	0,021
Indeks Pen.(IP), 25°-35°C	+ 1,765	+ 3,953	+ 4,285	+ 4,634
IP berdasarkan titik lembek	- 0,50	+ 2,45	+ 3,00	+ 3,25

Hasil pengujian aspal pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perubahan yang nyata (signifikan) terhadap karakteristik aspal setelah dicampur dengan Fixonite, yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai titik lembek dan indeks penetrasi. Berarti aspal modifikasi tersebut lebih tahan terhadap perubahan suhu dan mempunyai daya lekat yang lebih baik, sehingga dapat meningkatkan durabilitas campuran beton aspal. Nilai indeks penetrasi antara rentang dua suhu (IP 25°C-35°C) dan titik lembek aspal meningkat tajam, sehingga perlu diteliti penetrasi aspal pada rentang suhu yang lebih tinggi, agar diperoleh indeks penetrasi yang lebih akurat. Bila dibandingkan dengan HBA 50, Aspal Prima, dan Aspal Retona, penggunaan Fixonite lebih

meningkatkan karakteristik aspal. Indeks penetrasi (IP) pada rentang suhu 25°C-35°C aspal modifikasi Fixonite meningkat positif (+3,953 hingga +4,634), dibandingkan dengan HBA 50 (+0,187 hingga +0,909), dan Aspal Prima 50/60 (+1 hingga +4). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa aspal modifikasi Fixonite lebih tahan terhadap perubahan temperatur dan menghasilkan campuran laston yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam menahan kecenderungan retak dan deformasi permanen.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa titik lembek aspal modifikasi Fixonite meningkat cukup tinggi, yaitu berturut-turut 50° C, 64° C, 70° C, dan 74° C, untuk masing-masing kadar Fixonite 0%, 5%, 10%, dan 15%. Bila dibandingkan dengan Aspal Prima 50/60, dengan titik lembek 55,8° C, Aspal Retona B6060, dengan titik lembek, 56°C, serta HBA 50, dengan titik lembek 52,5° C, maka penggunaan Fixonite jauh lebih baik. Titik lembek aspal perlu tinggi, karena temperatur perkerasan di lapangan di daerah subtropis dapat mencapai 60°C, di mana nilai ini digunakan sebagai standar untuk pengujian stabilitas Marshall. Di daerah tropis seperti Indonesia, suhu perkerasan pada siang hari dapat mencapai 75°C, sehingga permukaan jalan dapat mengalami deformasi plastis bila dilewati beban lalu-lintas yang berat pada suhu tinggi tersebut.

Penentuan kadar aspal optimum didasarkan pada parameter campuran, yaitu VIM, VMA, dan density, serta parameter Marshall, yaitu stabilitas, kelelahan, serta Marshall Quotient. Setelah dievaluasi ternyata nilai batas bawah kadar aspal sebesar 5,25% dan nilai batas atas kadar aspal sebesar 6,05%. Kadar aspal optimum merupakan nilai tengahnya, yaitu sebesar 5,70%. Pada kadar aspal ini diperoleh VIM sebesar 4,5%, VMA sebesar 16,5%, dan kepadatan campuran sebesar 2,312 gram/cm³.

Indeks Kekuatan Sisa

Dengan menggunakan kadar aspal optimum dibuat 6 buah benda uji untuk setiap kadar Fixonite. Selanjutnya dilakukan pengujian Marshall terhadap benda-benda uji. Sebelum diuji, benda uji direndam dalam air dengan suhu 60°C selama 30 menit (untuk Uji standar) dan selama 24 jam (untuk uji rendaman). Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa secara keseluruhan karakteristik campuran laston, untuk semua variasi kadar Fixonite (0% hingga 15%) memenuhi spesifikasi Bina Marga, termasuk indeks kekuatan sisa. Pada kadar aspal optimum diperoleh stabilitas Marshall yang meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Fixonite, yaitu berturut-turut 1352,0 kg, 1614,6 kg, 1726,0 kg, dan 2110,8 kg untuk kadar Fixonite 0%, 5%, 10%, dan 15%. Demikian juga halnya stabilitas Marshall rendaman, yang juga meningkat dari 84,80% hingga 86,46%. Hasil tersebut mendekati hasil pengujian yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan, yaitu stabilitas Marshall mencapai 1700 kg (untuk kadar Fixonite 6%) dan 1800 kg (untuk kadar Fixonite 8%).

Tabel 3 Indeks Kekuatan Sisa Stabilitas Marshall

Kadar Fixonite	Properties Campuran			Stabilitas Marshall (kg)		
	VIM	VMA	Density	Normal	Rendaman	IKS (%)

0%	3,063	15,905	2,329	1352,0	1278,8	94,59
5%	3,359	15,607	2,337	1614,6	1395,9	84,80
10%	4,443	16,486	2,313	1726,0	1482,0	85,86
15%	4,503	16,471	2,314	2110,8	1825,0	86,46

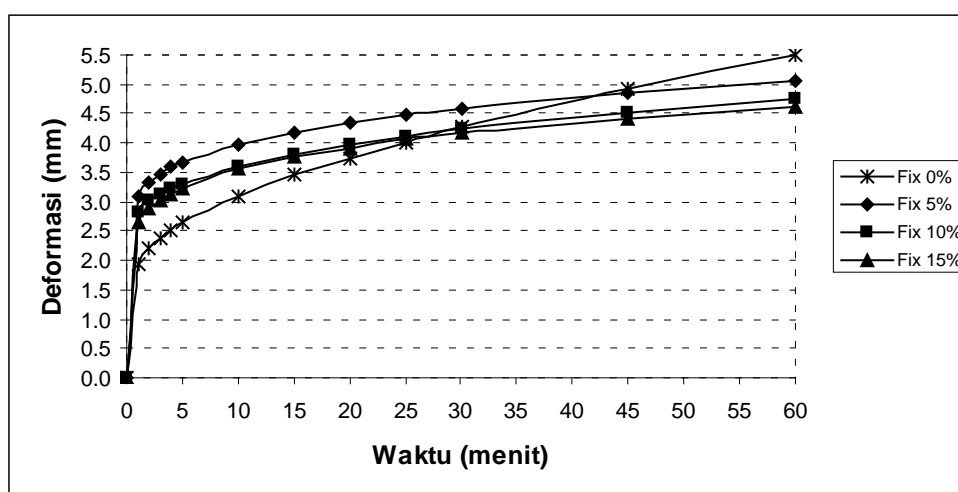
Hasil Uji Wheel Tracking

Dengan menggunakan kadar aspal optimum dibuat 4 buah benda uji, masing-masing berukuran 30 cm x 30 cm x 5 cm untuk setiap kadar Fixonite. Dengan demikian diperlukan 16 buah benda uji. Pengujian dilakukan pada kondisi normal dan kondisi rendaman, masing-masing 2 buah benda uji, untuk setiap kadar Fixonite, dengan suhu pengujian 60° C.

Tabel 4 Hasil Pengujian Wheel Tracking

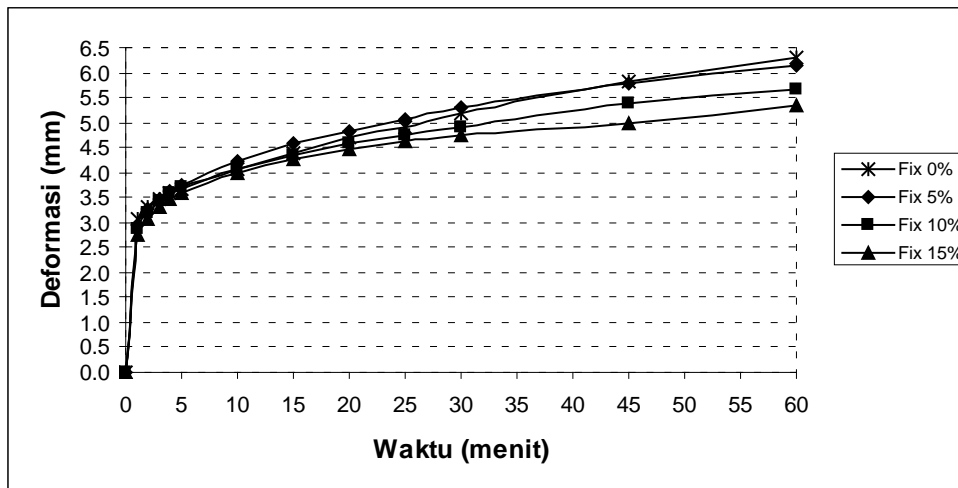
Kadar Fixonite	Deformasi (mm)			RD mm/menit	Stabilitas Dinamis (Lintasan/mm)		
	Do	D ₄₅	D ₆₀ Maks		Normal	Rendaman	IKS (%)
0%	5,25	5,930	6,505	0,0383	1.096	969	88,412
5%	4,150	5,308	5,605	0,0198	2.739	2.226	81,271
10%	4,324	4,920	5,208	0,0192	2.864	2.575	89,909
15%	4,290	4,710	4,875	0,0177	3.150	2.909	92,349

Pada Tabel 4 serta pada Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa deformasi plastis maksimum yang terjadi lebih kecil dari yang disyaratkan, yaitu maksimum 20 mm. Sedangkan stabilitas dinamis meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Fixonite, dengan indeks kekuatan sisa (81,271% hingga 92,349%) lebih besar daripada 75%.



Gambar 1 Hasil Uji Wheel Tracking Pada Kondisi Standar dengan Suhu 60°C

Nilai deformasi awal dan kecepatan melemah menurun seiring dengan meningkatnya kadar Fixonite, sedangkan stabilitas dinamis meningkat seiring dengan meningkatnya indeks penetrasi dan kadar Fixonite. Stabilitas dinamis untuk aspal modifikasi Fixonite semuanya memenuhi syarat, yaitu lebih besar daripada 2500 lintasan/mm. Kedalaman alur atau deformasi permanen maksimum semuanya juga memenuhi spesifikasi, yaitu lebih kecil daripada 20 mm. Sedangkan untuk aspal murni, yaitu dengan kadar Fixonite 0%, stabilitas dinamis yang dimiliki adalah 1096 lintasan/mm, dan nilai ini lebih kecil daripada batas minimum, yaitu 2500 lintasan/mm.



Gambar 2 Hasil Uji Wheel Tracking Pada Kondisi Rendaman dengan Suhu 60°C

Pada Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa deformasi plastis maksimum yang terjadi lebih kecil daripada 20 mm dan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti terhadap peningkatan kadar Fixonite. Tetapi peningkatan kadar Fixonite sangat berpengaruh terhadap stabilitas dinamis. Hasil perhitungan stabilitas dinamis memberikan nilai 2739 lintasan/mm (untuk kadar Fixonite 5%), 2864 lintasan/mm (untuk kadar Fixonite 10%), dan 3150 lintasan/mm (untuk kadar Fixonite 15%). Hasil ini mendekati hasil pengujian untuk Aspal Retona (yaitu 2625 lintasan/mm), tetapi lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil pengujian untuk Prima (mencapai 4200 lintasan/mm).

Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Deformasi Plastis

Suhu pencampuran dan suhu pemadatan sangat penting untuk pelaksanaan beton aspal di lapangan, agar spesifikasi teknis yang disyaratkan dapat terpenuhi. Suhu pemadatan ideal di lapangan kadang-kadang sering tidak tercapai, karena lokasi penghamparan cukup jauh dari lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP) atau karena ketidaksiapan di lokasi penghamparan. Untuk mengetahui pengaruh suhu pemadatan terhadap deformasi plastis dengan variasi kadar Fixonite, dilakukan pengujian 24 buah benda uji Wheel Tracking. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hubungan Suhu Pemadatan dan Kadar Fixonite Terhadap Deformasi Plastis

Kadar Fixonite (%)	Suhu Pemadatan											
	90°C				110°C				130°C			
	D ₄₅	D ₆₀	DS	RD	D ₄₅	D ₆₀	DS	RD	D ₄₅	D ₆₀	DS	RD
0	6,77	7,16	1615	0,0260	6,61	6,98	1703	0,0247	6,10	6,45	1800	0,0233
5	6,68	7,05	1680	0,0250	6,53	6,85	1969	0,0213	5,84	6,06	2930	0,0143
10	6,67	6,95	2250	0,0178	6,34	6,60	2423	0,0173	5,71	5,92	3000	0,0140
15	6,49	6,75	2377	0,0177	6,16	6,38	2864	0,0147	5,15	5,32	3600	0,0117

Hasil uji Wheel Tracking menunjukkan bahwa nilai deformasi plastis menurun seiring dengan meningkatnya kadar Fixonite, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Stabilitas dinamis juga meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Fixonite, tetapi yang memenuhi spesifikasi lebih besar daripada 2500 lintasan/mm adalah pada suhu pemadatan 130°C, untuk kadar Fixonite 5%, 10%, dan 15%. Sedangkan untuk suhu pemadatan 110°C, yang memenuhi spesifikasi hanya pada kadar Fixonite 15%, dengan stabilitas dinamis sebesar 2864 lintasan/mm. Hasil tersebut sesuai dengan yang direkomendasikan oleh Puslitbang Jalan, yaitu suhu pemadatan antara 120°C hingga 130°C untuk campuran yang menggunakan aspal modifikasi Fixonite, yang didasarkan pada nilai viskositas aspal (Puslitbang Jalan, 1999). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa suhu pemadatan yang direkomendasikan di lapangan adalah 110°C-130°C, dengan kadar Fixonite antara 5% hingga 15%, sehingga spesifikasi teknis, baik stabilitas dinamis (DS), kecepatan melemah (RD), dan kedalaman alur kurang daripada 20 mm dapat dipenuhi.

Pengaruh Indeks Penetrasi dan Suhu Pemadatan Terhadap Unjuk Kerja Laston

Meningkatnya nilai indeks penetrasi dapat meningkatkan ketahanan terhadap deformasi plastis. Di samping itu juga terdapat korelasi antara peningkatan titik lembek aspal terhadap stabilitas Marshall dan meningkatnya kecepatan melemah pada uji Wheel Tracking.

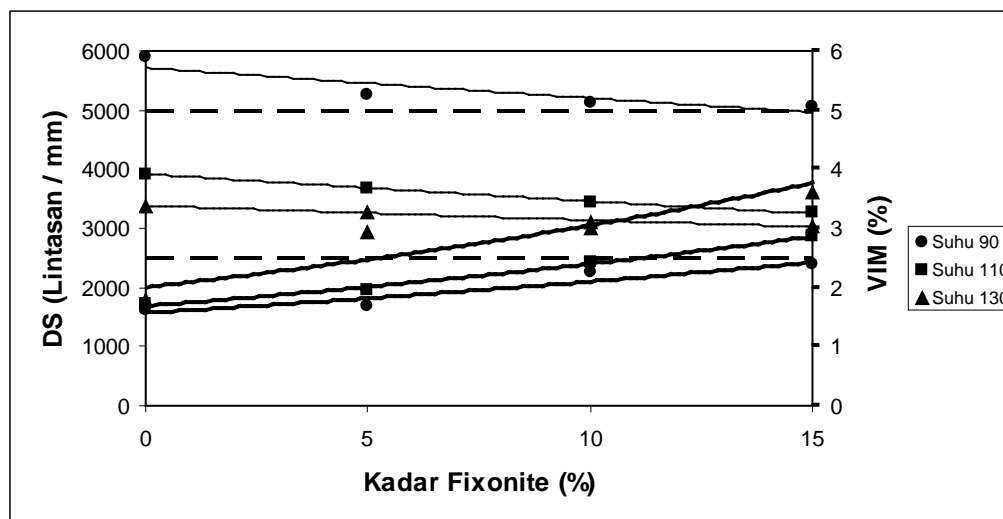
Pada Tabel 6 terlihat bahwa kedalaman alur atau deformasi plastis yang terjadi semakin kecil seiring dengan meningkatnya suhu pemadatan dan nilai indeks penetrasi. Indeks penetrasi tersebut meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aditif Fixonite, yang ditandai dengan menurunnya angka penetrasi dan meningkatnya titik lembek aspal. Aspal yang mempunyai nilai IP positif lebih tahan terhadap perubahan temperatur, sehingga diperoleh campuran yang lebih tahan terhadap deformasi plastis. Meskipun nilai deformasi plastis tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap variasi suhu pemadatan dan kadar Fixonite, tetapi hal tersebut sangat berarti pada stabilitas dinamis. Jadi dapat disimpulkan bahwa meningkatnya kadar Fixonite berpengaruh terhadap peningkatan nilai indeks penetrasi, yang dapat menurunkan nilai deformasi plastis sehingga campuran beton aspal lebih tahan terhadap perubahan temperatur.

Tabel 6 Pengaruh Indeks Penetrasi Dengan Deformasi Plastis Maksimum

Suhu Pemadatan	Deformasi Plastis Maksimum (mm)			
	Fixonite 0%	Fixonite 5%	Fixonite 10%	Fixonite 15%
90°C	7,16	7,05	6,95	6,75
110°C	6,98	6,85	6,60	6,38
130°C	6,45	6,06	5,92	5,32
IP 25°C-35°C	+ 1,765	+ 3,593	+ 4,285	+ 4,634
IP Ttk Lembek	- 0,50	+ 2,45	+ 3,00	+ 3,25

Tabel 7 Hubungan Antara Suhu Pemadatan Dengan Stabilitas Dinamis dan VIM.

Suhu Pemadatan	Fixonite 0%		Fixonite 5%		Fixonite 10%		Fixonite 15%	
	DS	VIM	DS	VIM	DS	VIM	DS	VIM
90°C	1615	5,890	1680	5,248	2250	5,140	2377	5,066
110°C	1703	3,926	1969	3,683	2423	3,446	2863	3,256
130°C	1800	3,385	2930	3,271	3000	3,101	3600	3,044

**Gambar 3** Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Dinamis dan VIM

Pada Tabel 7 dan Gambar 3 terlihat bahwa suhu pemadatan sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja laston. Pemadatan pada suhu 90°C memberikan hasil yang tidak memenuhi spesifikasi teknis, baik stabilitas dinamis maupun kadar rongga dalam campuran (VIM). Berdasarkan persyaratan spesifikasi, yaitu batas bawah ditentukan oleh stabilitas dinamis minimum 2500 lintasan/mm dan batas atas berdasarkan VIM maksimum 5%, maka unjuk kerja laston yang

memenuhi spesifikasi adalah laston yang dipadatkan pada suhu 110°C dengan kadar Fixonite 15%, serta laston yang dipadatkan pada suhu 130°C dengan kadar Fixonite 5%, 10%, dan 15%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini membahas pengaruh penggunaan aditif Fixonite terhadap unjuk kerja campuran laston. Dari penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Bahan aditif Fixonite dapat meningkatkan titik lembek aspal, yaitu dari 50°C (tanpa Fixonite) menjadi 64°C (dengan Fixonite 5%), 70°C (dengan Fixonite 10%), dan 74°C (dengan Fixonite 15%). Indeks penetrasi aspal juga mengalami perbaikan yang sangat signifikan, dengan rentang antara + 2,45 hingga + 3,25, di mana nilai ini lebih baik daripada yang diberikan oleh aspal modifikasi yang lain (HBA 50, Aspal Prima 50/60, dan Aspal Retona B6060).
- (2) Laston yang menggunakan aspal modifikasi Fixonite memberikan unjuk kerja yang baik, dengan meningkatnya stabilitas Marshall, yaitu berturut-turut 1352 kg, 1614,6 kg, 1726,0 kg, dan 2110,8 kg masing-masing untuk kadar Fixonite 0%, 5%, 10%, dan 15%. Indeks Kekuatan Sisa campuran juga meningkat, dan semuanya memenuhi standar Bina Marga, yaitu lebih besar daripada 75%.
- (3) Stabilitas dinamis laston yang menggunakan Fixonite pada kondisi standar maupun rendaman semuanya memenuhi spesifikasi, yaitu lebih besar daripada 2500 lintasan/mm, dengan Indeks Kekuatan Sisa lebih besar daripada 75%.
- (4) Rentang suhu pemadatan yang direkomendasikan di lapangan adalah antara 110°C hingga 130°C, dengan kadar Fixonite 5%, 10%, dan 15%, sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi teknis, baik stabilitas dinamis (DS) lebih besar daripada 2500 lintasan/mm, serta kecepatan melemah (RD) dan kedalaman alur kurang daripada 20 mm.

Saran-Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

- (1) Kinerja laston dengan aspal modifikasi Fixonite perlu diteliti lebih lanjut dan dibandingkan dengan laston yang menggunakan aditif lain, seperti Aspal Retona, Aspal Prima 50/60, dan aspal modifikasi jenis yang lain.
- (2) Perlu dikaji lebih lanjut pemakaian aspal modifikasi dan dikombinasikan dengan gradasi bongkok (gradasi Superpave) untuk campuran beton aspal yang digunakan untuk membuat lapis permukaan jalan yang dimaksudkan untuk melayani lalu-lintas berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada PT Olah Bumi Mandiri atas bantuan yang diberikan dalam penyediaan aditif Fixonite. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih

kepada Sdr. Nurhadi dan Sdr. Sarno atas bantuan yang diberikan selama pengujian di Laboratorium Inti Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton*. SKBI. 2.4.26. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Hasil Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Menggunakan Fixonite sebagai Bahan Tambah*. Puslitbang Jalan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. No. 025/T/BM/1999, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Diana, I.W. 1999. *Pengaruh Berbagai Metode Pencampuran dan Pemadatan Benda Uji Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Hot Rolled Asphalt (HRA)*. Prosiding Simposium ke-2 FSTPT, Surabaya.
- Lisminto. 2003. *Uji Gelar Skala Penuh Aspal Prima 50/60, Lokasi Jalur Pantura KM 124 dari Jakarta-Ciasem Subang*. Jakarta.
- Olah Bumi Mandiri PT. 1998. *Advanced Road Construction and Asphalt Technology*. Jakarta.
- Shell Bitumen. 1990. *The Shell Bitumen Handbook*. UK.
- Soehartono. 2002. *Titik Lembek Aspal dan Pengaruhnya terhadap Kinerja Aspal Sebagai Binder Campuran Aspal Beton*. Forum AABI, Jakarta.

